Lane Medical Library

Aus der Orthopädischen Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität München.
Direktor: Geheimrat Professor Dr. Fritz Lange.

Die Gefahren der Nagel und Drahtextension.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin
verfaßt und einer
Hohen medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Heinrich Bexen
Medizinal-Praktikant
aus Fürstenfeldbruck bei München.

Kallmünz
Buchdruckerei von Michael Laßleben
1932.

Aus der Orthopädischen Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität München.
Direktor: Geheimrat Professor Dr. Fritz Lange.

Die Gefahren der Nagel und Drahtextension.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin
verfaßt und einer
Hohen medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Heinrich Bexen
Medizinal-Praktikant
aus Fürstenfeldbruck bei München.

Kallmünz
Buchdruckerei von Michael Laßleben
1932.

Berichterstatter: Prof. Dr. Max Lange.

Einleitung.

Die Behandlung der verschiedenen Knochenbrüche wird heute im großen Ausmaße von dem Verfahren der Nagel- und Drahtextension schlagwortartig beherrscht. Die Erkenntnis, daß ein gutes Heilergebnis letzten Endes durch das funktionelle Resultat bedingt ist, war die Ursache, daß die beiden Methoden sich schnell verbreiteten und viele Anhänger für sich gewinnen konnten. Keines der vorher gebräuchlichen Verfahren ließ das gebrochene Glied so überall zugänglich und frei und erlaubte daher eine so frühzeitige funktionelle Behandlung, wie das der Steinmann'schen Nagelextension und der Klapp'schen Drahtextension. Die frühere Mobilisation ist übrigens ein altes, schon im 17. Jahrhundert gefordertes, Gebot.

Geschichtliches über den Zugverband.

Johann Kaspar Eßlinger, „Feldscher und Fähnrich", schreibt 1664 „über frühzeitige Bewegungen nach Verrenkungen und Brüchen zur Erzielung besserer Funktion".

Das Heftpflaster wurde zuerst von Chesedemin in seinem Lehrbuch der Anatomie 1740 empfohlen und später von Lorinser 1848 weiter verwendet.

Der Wiener Chirurg Lorinser schreibt in der Wiener medizinischen Wochenschrift vom Jahre 1848 über die Behandlung eines Oberschenkelbruches mittels der Extension. Er suchte in Semiflexionsstellung durch permanente Gewichtsextension die richtige Stellung der verschobenen Fragmente herbeizuführen und kann daher als der Vorläufer der modernen Semiflexionsbehandlung angesehen werden.

Es ist das Verdienst Bardenheuers, den Zug- oder Streckverband in vielen Fällen dem Gips- und Schienenverband vorgezogen zu haben. Durch die guten Heilergebnisse, welche Bardenheuer besonders bei Brüchen mit verschobenen Bruchenden erzielte, gewann die Extensionsbehandlung rasch an Beliebtheit in der Frakturenbehandlung. Bardenheuer wandte noch die hippokratische Strecklagerung des Beines bei Frakturen der unteren Gliedmaßen grundsätzlich an.

Zuppinger legte bei der Streckverbandbehandlung großen Wert darauf, die Muskulatur in Entspannung zu bringen. Er kon-

struierte für diesen Zweck Lagerungsapparate, welche die Gelenke in Neutrallagen hielten, um damit einen Gleichgewichtszustand zwischen den Antagonisten herzustellen.

Malgaigne hat bei Brüchen der Patella die Malgaignesche Klammer und bei Brüchen der Tibia den Malgaigneschen Stachel angewandt. Mit Hilfe dieser spitzigen und stachelartigen Instrumente griff er die Bruchenden direkt an und suchte sie mit ihnen zu fixieren.

Nach einer Mitteilung von Graser hat Heinecke 1900 eine Knochenextension am Calcaneus gemacht, um während eines Gipsverbandes eine bessere Handhabe zu besitzen.

Codivilla folgte 1903.

Steinmann gab 1907 genaue Richtlinien über das Verfahren des direkten Zugangriffes am Knochen. Er trieb einen Nagel durch das distale Bruchende des frakturierten Knochens und gewann dadurch auf die Dislokation der Fragmente direkten Einfluß.

Im 2. Balkankriege war es Klapp, der zum ersten Male statt des Nagels einen Draht durch den Knochen führte und damit das Verfahren der Drahtextension begründete. Der Draht wurde durch den Calcaneus geführt und die Enden desselben parallel in Richtung der Unterschenkellängsachse durch die Haut der Fersensohle gestochen.

Herzberg konstruierte im Weltkriege den ersten Bügel zur Drahtspannung. Durch den Drahtzugverband konnten die typischen Durchbohrungsstellen des Nagelzugverbandes bedeutend vermehrt werden. Der Herzberg'sche Spannbügel erhielt durch Ansinn und Beck Verbesserungen.

Kirschner war es vor allem, der 1927 das Verfahren durch einen harmonikaartigen Apparat vervollkommnete. Mit Hilfe dieses Apparates war es möglich, den Draht in einer Sitzung durch den Knochen zu legen. Der Draht bohrt sich seinen Kanal selber und bleibt darin liegen. Das frühere Vorbohren eines Kanals und nachträgliches Einführen des Drahtes fiel durch die Kirschnersche Apparatur weg.

Schmerz und Demel konstruierten klammerartige Apparate, welche mit den spitzen Enden der federnden Metallbügel in die Compacta des Knochens eindringen. Es lag selbstverständlich der Gedanke nahe, durch Zug nicht nur die Dislocatio ad longitudinem cum contractione zu beseitigen, sondern dadurch, daß die Angriffsfläche des Zuges und die Zugrichtung variiert wurde, auch die Dislocatio ad latus und die Dis-

locatio ad peripheriam auszugleichen. Bardenheuer erzielte darin beim Heftpflasterstreckverband die glänzendsten Heilerfolge.

1893 empfahl v. Eiselsberg eine von ihm erdachte, aus 2 Eisenschienen hergestellte Vorrichtung, die er unter Benutzung des elastischen Zuges zur Verhütung der Verkürzung und falschen Stellung nach Unterschenkelbrüchen mit Vorteil verwendete.

Kaefer konstruierte 1901, von dieser Idee ausgehend, einen Distraktionsapparat, der aus einer Klammer bestand, welche nur an einer Seite des Unterschenkels angelegt wurde.

Hackenbruch verbesserte 1912 dieses Verfahren, indem er Distraktionsklammern angab, welche an den Enden mit Kugelgelenken versehen waren und aus Metall bestanden. Je eine Klammer wurde beiderseits der gebrochenen Extremität angelegt. Ein Verfahren, welches durch indirekte Distraktion günstig auf die Stellung der Bruchenden wirkte. Leider hat hierbei das häufige Vorkommen von Dekubitalgeschwüren das Verfahren stark in Mißkredit gebracht.

Als man sich mittlerweile mit den Methoden des direkten Zugangriffes an den Knochen besser vertraut gemacht hatte, ging man ebenfalls dazu über, die Distraktionsapparate direkt am Knochen angreifen zu lassen. Hier war es Kirschner, der den ersten, direkt am Knochen angreifenden, Distraktionsapparat schuf.

Block, Klapp und Hempel veröffentlichten ebenfalls von ihnen konstruierte Distraktionsapparate.

Anwendung der Nagel- und Drahtextension.

Die Anwendung der Nagel- und Drahtextension erfordert bei dem jetzigen entwickelten Stand des Verfahrens ein größeres Instrumentarium und eine völlige Kenntnis der Anwendungsweise desselben. Die völlige Beherrschung der Technik und die feinmechanische Wirkung der Zugkräfte setzen aber auch eine gewisse Erfahrung in dieser Behandlung voraus.

Daß die Nagel- und Drahtextension einen Schritt vorwärts in der Frakturenbehandlung bedeutet, ist gewiß, daß aber ihre Anwendung öfter teilweise über das Ziel schießt, kann nicht bestritten werden.

Mir ist nicht bekannt, jemals von meinen chirurgischen Lehrern Lange, Lexer, Lebsche gehört zu haben, eine Metakarpalfraktur mit Drahtextension zu behandeln, statt der doch sicherlich leicht aus-

zuführenden Reposition der Fragmente mit anschließendem Schienenverband.

Ein typisches Beispiel wie die Drahtextension übermäßig angewandt wird, zeigt eine Mitteilung von Beugen. Er empfiehlt z. B., den hemiplegischen Spitzfuß bei Kindern durch verschiedene Drahtextensionszüge zu beseitigen. Daß dies möglich ist, glauben wir, aber da man das Gleiche auf viel einfachere Weise erreichen kann, so ist das Komplizierte überflüssig.

Daß die Anwendung der Nagel- und Drahtextension in der Hand des Unerfahrenen eine Menge Gefahren in sich birgt, beweisen uns 5 Fälle, die auswärts behandelt wurden und wobei sich Komplikationen ereigneten. Die Patienten suchten die orthopädische Klinik zur Nachbehandlung auf.

Diese Fälle geben uns Veranlassung, erneut auf die

Gefahren der
Nagel- und Drahtextension

hinzuweisen.

Bei der Verwendung der Nagel- und Drahtextension muß man sich der peinlichsten Asepsis bedienen, genau wie bei jeder anderen Knochenoperation.

Der Steinmann-Nagel ist an typische Durchbohrungsstellen gebunden, wie die Kondylen des Femur und Humerus, die Tuberositas tibiae, das distale Ende der Tibia, den Calcaneus, das distale Radiusende von dorsal nach volar.

Streng zu vermeiden sind nach Steinmann

1. Frakturhämatom
2. Markhöhle
3. Gelenk
4. Epiphysen.

Als allgemeine Regel gibt Steinmann an, daß der Nagel durch die periphere Metaphyse des distalen Bruchfragmentes zu legen ist.

Bei suprakondylären oder Brüchen im unteren Drittel des Femur oder Humerus muß man das Knie- bezw. Ellbogengelenk überspringen und an der Tuberositas tibiae oder Calcaneus, bezw. am distalen Ende des Radius den Nagel durch den Knochen treiben.

Bei dem Steinmannschen Nagelzugverband stehen uns zwei

Arten

zur Verfügung.

Erstens zwei in den Knochen seitlich eindringende Nägel und zweitens der durchgehende Stahlstift.

Die seitlich in den Knochen eindringenden Nägel können leicht am Knochen abgleiten und verursachen dann ein stärkeres Durchschneiden der Weichteile und erhöhen dadurch die Infektionsgefahr bedeutend. Die Aufgabe des seitlich eindringenden Nagels, die Infektionsgefahr dadurch zu bannen, daß er den Knochen nur in der Kompacta angreift, wird durch die bedeutende Weichteilschädigung hinfällig.

Der Durchmesser der Nägel muß, da sie nur an einer Stelle festgelegt sind und daher viel stärker auf Biegung beansprucht werden, größer sein als beim durchgehenden Nagel. Damit schafft man aber eine größere Hautöffnung und vergrößert dadurch die Eintrittspforte für die Erreger.

Außerdem kann es, da der Druck, welcher bei den seitlich eindringenden Nägeln auf eine kleinere Fläche als beim durchgehenden Nagel angreift, leichter zu einem „Wandern" des Nagels kommen.

Das beweisen auch die experimentellen Versuche von Koch.

Ähnlich den seitlich eindringenden Nägeln verhalten sich die klammerartigen Apparate von Schmerz und Demel; durch den federnden Metallbügel wird allerdings ein Abgleiten am Knochen zu verhindern gesucht. Boehler schlägt die Klammerspitzen mit dem Hammer in den Knochen ein, um ein Abgleiten völlig auszuschließen.

Besonders wichtig ist eine gute, saubere Versorgung des im Knochen liegenden Nagels. Nach Steinmann werden die herausragenden Nagelenden mit Jodkollodium bestrichen, darüber stülpt man sterilisierte Xeroformbäuschchen bis sie der Haut anliegen, und als Abschluß viele Schichten steriler Verbandgaze.

Der Verband darf nicht so beschaffen sein, daß der neugierige Patient mit den Fingern an die Nagelstellen fassen kann und soll so fest sein, daß ein unruhiger Kranker den Verband nicht so leicht abreißen kann.

Man kann sich verschiedener

Technik

bedienen, den Nagel durch den Knochen zu treiben.

Steinmann, Anschütz, Baumberger ziehen das Durchbohren des Nagels dem Einschlagen vor, weil dadurch eine größere Erschütterung der Bruchstelle vermieden wird. Wilms schlägt den Nagel mit einem Hammer ein, ebenso Boehler.

Die Durchbohrung kann mit einem Handbohrer oder durch einen schnell rotierenden, von einem Elektromotor angetriebenen Bohrer vorgenommen werden. Wichtig ist, daß die Bohrspitze scharf und nicht dicker als der Schaft ist.

Sehr interessante Tierversuche stellte Block an über die Schädigung des Knochens, die durch die Durchbohrung entsteht und wie sie von dem Knochen wieder wettgemacht wird. Block teilt darüber folgende Versuchsergebnisse mit: durch den elektrischen Bohrer werden am Knochen des frisch getöteten Tieres, sowie auch am lebenden, durch die Hitze keine Brandnekrosen gesetzt. Die Knochenneubildung wird anscheinend durch den sich schnell drehenden und stärker erhitzenden, elektrischen Bohrer mehr gehemmt, als durch den sich langsam drehenden Handbohrer.

Eine auftretende Periostitis kann durch traumatische Wirkung bedingt sein, sie scheint bei der stoßweisen Nagelung mit dem Hammer häufiger zu sein, als bei der elektrischen Durchbohrung. Eine Verschleppung des Periostes, wie es Katzenstein beobachtete, konnte Block nicht feststellen. Die beim Durchbohren abfallenden Knochensplitter werden teils rückwärts, teils vorwärts getrieben, teils bleiben sie liegen. Die Kleinheit der Knochentrümmer, welche periostlos in das Knochenmark gelangen, sind zur Knochenneubildung nicht mehr fähig. Die meisten von ihnen werden nekrotisch und verfallen der Resorption.

Der chemische Einfluß, den das benützte Material auf das Knochengewebe ausübte, wenn man einen Aluminium-Bronzedraht verwandte, gab die Ursache einer Periostitis ab, die im Roentgenbild festgestellt werden konnte. Der Draht riß später und zwar an der Stelle, welche im Knochen gelegen war. Selbst der dicke, vernickelte Steinmann-Nagel wurde, wo er längere Zeit im Knochen gelegen war, von den Knochengewebssäften angegriffen gesehen.

Beim Kruppschen nichtrostenden Stahlnagel und Stahldraht wurde eine Veränderung des Materials auch bei längerem Liegen nicht beobachtet.

Max Lange nahm experimentelle Untersuchungen über die Einheilung von Fremdkörpern im Organismus und über den Einfluß der verschiedenen Drahtsorten auf die Kallusbildung vor und kam zu dem praktischen Ergebnis, daß der rostfreie Kruppdraht reaktionslos im Körper einheilt. Jeder Draht schädigt die Lebenskraft des Knochens und übt eine Hemmung auf die Kallusbildung aus. Der Kruppdraht bewirkt aber den geringsten störenden Einfluß auf die Kallusbildung.

Der gewöhnliche Eisendraht zeigt ein ganz anderes Verhalten: auch er heilt ein, aber die Heilung erfolgt unter starker Reaktion des Gewebes.

Zierold kam zu ähnlichen Ergebnissen bei seinen Untersuchungen wie Max Lange. Er stellte fest, daß stark sowie schwach kohlenhaltiger Stahl und Eisen sich nur ungenügend einkapseln und die Knochenregeneration verhindern. Da auch Nickel vom Knochen gelöst wird, nützt eine Vernickelung nichts. Als Material wird daher heute bei der Nagel- bezw. Drahtextension allgemein nichtrostender Kruppstahl bezw. Kruppdraht verwendet.

Nach der Durchbohrung muß man den Nagel bezw. Draht einem Zug unterwerfen. Während Steinmann, Klapp, Kirschner, Baumberger durch den Zug eine Reposition der Fragmente bewirken wollen, suchen die Lexer-, v. Eiselsberg-, Payr-Schulen die Reposition durch den Zug nur zu erhalten, also lediglich die Retention der Fragmente zu erhalten. Daß bei diesen verschiedenen Forderungen auch die Belastung bei der gleichartigen Fraktur desselben Gliedes eine verschiedene sein muß, ist daraus ohne weiteres ersichtlich.

Mit Recht wird heute von Steinmann, Klapp, Kirschner u. a. verlangt, daß man sich nicht an absolute Gewichtszahlen klammern, sondern die Stellung der Bruchenden als Richtschnur nehmen soll. Nach der Belastung wird eine Röntgenkontrolle über die Stellung der Fragmente Klarheit schaffen. Bei jeder Visite muß der behandelnde Arzt sich genau durch Inspektion und Palpation über die Stellung der Fragmente orientieren. Röntgenkontrollen sind dringend zu empfehlen. Das Vorhandensein eines fahrbaren Röntgenapparates erleichtert dieses wesentlich.

Steinmann und Klapp fordern eine anfängliche Überkorrektion der Fragmente; wenn sie diese erreicht haben, vermindern sie die Zugbelastung, damit sich die Bruchenden berühren. Daß für diese Beseitigung der Überspannung zur richtigen Zeit eine besondere Kunst und auch Erfahrung notwendig ist, erkennt Klapp an.

Die Diastase der Fragmente, die zu lange Zeit besteht, verhindert die rechtzeitige Konsolidierung des Bruches. Das Nichterkennen einer Diastase schafft eine Pseudarthrose. Es muß daher während der Dauer der Extensionsbehandlung genaueste Röntgenkontrolle durchgeführt werden.

Schließlich sucht man noch durch die Lagerung der frak-

turierten Extremität einen Einfluß auf die Stellung der dislozierten Fragmente zu gewinnen.

Drei Kräfte wirken der Reposition bezw. der Retention entgegen.

1. die aktive Kontraktionstätigkeit der Muskeln;
2. die elastische Retraktion und die spätere narbig-nutritive Verkürzung der Muskeln;
3. die elastische Spannung des übrigen nicht in der Muskelsubstanz verkörperten elastischen Systems; das elastische Hüllgewebe der Muskeln der Haut, die Haut, die von den Muskeln bewirkte Zugspannung der Fascien.

Ein richtig angelegter Zugverband muß diese Kräfte berücksichtigen.

Zuppinger stellte durch experimentelle Versuche fest, daß in bestimmten Gelenkstellungen eine Mindestkraft dieser drei Kraftäußerungen vorhanden ist.

In der Ruhe- oder Neutralstellung der benachbarten Gelenke, welche meistens die halbe Beugestellung ist, besteht ein Gleichgewichtszustand zwischen dem Tonus der Antagonisten.

Die

Dauer

der Extension beider Verfahren ist im stärksten Maße von der Gefahr der Infektion der Nagelstellen abhängig.

Schon bald nach der Ausübung des direkten Knochenzuges erkannte man, daß als gefährlichster Gegner dieses Verfahrens die Infektionsgefahr des Nagelkanals auftrat.

Wir müssen bei der

Infektion

1. eine primäre Infektion, welche durch aseptisches Vorgehen aber in den allermeisten Fällen vermieden werden könnte, von der 2. sekundären Infektion unterscheiden. Diese kann beim Liegen des Nagels oder Drahtes, bei seiner Herausnahme oder nachträglich im noch offenen Kanallumen eintreten.

Auf diesem Gebiete wurden schon frühzeitig aufschlußreiche Tierexperimente angestellt, die über die Art der Infektion und die Abwehrreaktion bezw. die Schutzmaßnahmen der Gewebe Klarheit verschafften.

Pelissier hat auf Anregung Lamberts (Lille) im Jahre 1912 durch den Kopf und die Diaphyse des Schienbeins an Hunden Nägel gebohrt und ließ diese verschieden lang, bis zu 28 Tagen, liegen. In einigen Fällen untersuchte er nach der Durchbohrung

den Kanal durch histologische Schnitte. Er setzte die Nägel einem Zug aus und entfernte am 20. oder 21. Tage die belasteten Nägel. Die Versuchstiere tötete er nach verschieden langer Zeit. Er stellte bei seinen Untersuchungen dabei fest, daß die Spongiosa und Compacta der Diaphyse auf den Kontakt des Nagels wenig reagieren. Entzündliche Reaktionen der Umgebung fehlten. Das anstoßende Gewebe zeigte keine wesentlichen Nekrosen. In unmittelbarer Nähe des Kanallumens war ein Verschwinden der ersten Osteoblastenreihen festzustellen, öfter war der Raum um den Nagel herum von fibrösem Markgewebe angefüllt, wodurch ein Schutzwall gegen die eindringenden Keime entstand.

Wenn die Markhöhle durch den Nagel eröffnet war, machten sich im Knochenmark um den Nagel Reaktionsprozesse geltend. Das Markgewebe bildet um den Nagel ein System von neugebildeten Knochenbälkchen, sodaß eine Scheide, welche allerdings öfter durchbrochen ist, entsteht. Sie kann knöchern, manchmal auch nur fibrös sein. Bis zum 10. Tage nach der Durchbohrung hat sie sich gebildet und nimmt bis zum 20. oder 25. Tage knöchern zu, später beginnt sie durch Resorption der vom Nagel entfernt gelegenen Knochenbälkchen wieder abzunehmen. Gegen den 38. Tag ist diese Scheide mehr fibrös als knöchern.

Interessant sind ebenfalls die Reparationsvorgänge des Knochens nach der Entfernung des Nagels; wird der Nagel nach 21 Tagen entfernt, so kommt es in der Compacta, auf Kosten des fibrösen Markgewebes, welches aus den benachbarten Haversschen Kanälen hervorquillt, zur Bildung eines netzartig gut organisierten Knochengewebes.

Bleibt der Nagel länger als 3 Wochen liegen, so geht die Wiederherstellung, insbesondere die Verknöcherung, langsamer vor sich. Der Reparationsprozeß ist also im Gebiete der Compacta eine kondensierende, im Gebiete des Marks eine rarefizierende Ostitis. Nach ungefähr 20 Tagen ist der Reparationsvorgang im Gebiete der Compacta wie auch im Mark beendet.

Diese von Pelissier angestellten Versuche wurden von Hermann Koch voll bestätigt. Allerdings legt Hermann Koch seinen Versuchen eine mechanische Auffassung zugrunde. Als begünstigendes Moment für die Ausbreitung der Infektion macht er eine gewisse Druckatrophie des Knochens in den ersten 12 Tagen mitverantwortlich.

Die Infektionsmöglichkeit ist von der Größe der Eintrittspforte, bezw. des Durchbohrungskanals abhängig.

Nach Werner Block wächst die Infektionsgefahr im Verhältnis der Quadrate der halben Kanaldurchmesser. Danach vermindert sich die Infektionsgefahr bei dem neuen Kirschner'schen Verfahren der Drahtextension um ein bedeutendes. Die Bereit-

schaft zur Infektion ist weiterhin abhängig von dem Grade der Schädigung der Weichteile und der Knochen, welche dieselben durch die Einführung und das Verweilen der Metallstücke erfahren haben. Dekubitalgeschwüre, Entzündungen in der Umgebung der Durchbohrungsstellen geben den günstigsten Boden für eine Infektion oder Weiterverbreitung derselben ab.

Die Frage, ob der Knochen durch den Zug des Nagels oder Drahtes eine mehr oder weniger große Schädigung erfahre, bildete eine Zeitlang einen heftigen Streitpunkt. Mußte man doch mit der Beantwortung der Frage, bei welchem Verfahren die Knochenatrophie stärker auftrete, einem der Verfahren den Vorrang einräumen. Wurde der Knochen überhaupt durch die starke Zugbelastung einer Druckatrophie unterworfen und wie verhalten sich die einzelnen Knochen derselben gegenüber?

Anschütz berichtet im Jahre 1909, daß er bei einer Kalkaneusnagelung mit einer Belastung von 5—8 Pfund nach vorheriger Sekretion aus dem Nagelkanal bei einem 26 jährigen Manne eine völlige Durchschneidung des Kalkaneus erlebte. Pelissier konnte in seinen Versuchen Anzeichen von einer Knochenatrophie nicht feststellen.

Baumberger hat bei 30 Nagelextensionen, welche er am Kalkaneus angelegt und bei denen er in Einzelfällen bis zu 10 kg belastet hat, nie ein Durchschneiden des Nagels, wie es auch Heinemann berichtet erlebt.

Hermann Koch machte umfassende pathologisch-anatomische Untersuchungen über die Veränderung des vom Steinmannschen Nagel und Klapp'schen Draht durchbohrten Knochenkanals und seiner Umgebung. Ob der Knochen überhaupt imstande ist, den außerordentlichen heftigen Druck des dünnen Drahtes auszuhalten ohne glatt durchschnitten zu werden? René Sommer suchte dieselben Fragen mit Hilfe von Tierversuchen zu beantworten und kam zu dem Schluß, daß sowohl Nagel wie Draht infolge der Drucknekrose im Knochen derartig große Substanzverluste hervorrufen, daß beide in ihrer Anwendung als gleichberechtigt in Bezug auf die Gefahr der Infektion zu setzen sind.

Hermann Kochs Versuche dagegen ergaben, daß ein wesentlicher Unterschied bestehe, ob der Draht an kompakten oder spongiösen Abschnitten angreift. Die Erklärung hierfür scheint Koch darin zu liegen, daß ein System neugebildeter Knochenbälkchen in der Markhöhle dem druckatrophischen Knochen zuhilfe kommen, auf welchen der Draht wie auf einem Widerlager liege. Durch Anlegung von periostalem Kallus an der Außenseite des Knochens kann die Druckaufnahmefläche um ein weiteres noch vermehrt werden. Es kommt bei

nicht allzuheftigem Zug zu einem Gleichgewichtszustand zwischen dem Druck des Drahtes und dem Widerlager des Knochens.

Bei anfänglicher zu starker Belastung des Drahtes kann dieser Gleichgewichtszustand nach der Seite des Drahtes ausschlagen, sodaß er in der Kortikalis wandert. Die Kortikalis ist für sich allein nicht imstande, dem anfänglich zu starken Druck des Drahtes zu widerstehen. Sie bedarf einer gewissen Zeit um ein Knochenwiderlager gegen den Draht zu schaffen; nach 10—12 Tagen ist das Widerlager gebildet.

Koch stellte um den Drahtkanal, ebenso wie Pelissier, einen dichten Wall neugebildeter Knochenbälkchen fest. Anders sind aber die Verhältnisse am spongiösen Knochen. Hier vermögen die sehr dünne Kortikalis und die feine Spongiosa dem Drucke des stark belasteten Drahtes nicht so lange Widerstand zu leisten, bis die Knochenbälkchen in der Markhöhle und Knochenkanal sich zu ihrer Unterstützung gebildet haben. Das langsame und unaufhaltsame Wandern des Drahtes bilde hier die Regel. Hinter dem durchschneidenden Draht schließt sich der Knochendefekt sofort wieder durch Bildung junger Knochenbälkchen, sodaß nicht etwa eine lange sichtbare Rinne entsteht.

Das Bild ändert sich beim Hinzutreten einer Infektion. Bei einer schweren Infektion geht der Draht hemmungslos wie in einer wachsartigen Masse durch die nekrotische Spongiosa. Bei milder Infektion geschieht das Durchwandern langsamer. Der Drahtkanal ist von dichtem Granulationsgewebe ausgefüllt und von einem schmalen Saume neugebildeter Knochenbälkchen umgeben, die ein Weiterschreiten der Infektion aufhalten. Kompakter Knochen leistet bei milder Infektion dem Knochen längere Zeit als spongiöser beim Durchwandern des Drahtes Widerstand, da die Auflockerung der Kompakta mehr Zeit in Anspruch nimmt.

Weiter zeigten Kochs Versuche, daß sich die jungen Knochenbälkchen enger an den Draht anschmiegen, als um den Nagel und daß die am Nagel da und dort zu findenden Lücken beim Draht nicht so häufig sind. Dadurch würden die Infektionserreger beim Drahtkanal nicht so leicht in die Markhöhle gelangen als beim Nagel. Koch legte den Draht nach der alten Klapp'schen Methode noch ein; nach vorherigem Durchbohren des Knochens wurde der dünnere Draht in den dickeren Knochenkanal eingeführt. Er verwendete Steinmann-Nägel und Aluminium-Bronzedraht.

Das praktisch wichtigste Ergebnis der verschiedenen experi-

mentellen Untersuchungen ist, daß der Nagel und Draht nur beschränkte Zeit liegen darf.

Die für die Nagelextension von Steinmann vorgeschriebene Dauer von 3 Wochen, niemals über 4 Wochen aber, konnte durch die Versuche Pelissiers als berechtigt erkannt werden. Baumberger und Böhler lassen ebenfalls den Nagel nie über 3 Wochen liegen, Nordmann entfernt ihn schon nach 2 Wochen.

Der Draht kann länger liegen bleiben; nach Klapp sogar 7 Monate, ohne daß es zu einer Schädigung des Knochengewebes kommen soll. Da bei dem Kirschnerschen Apparat der Draht sich seinen Weg selbst bohrt, so liegt der Draht dem Knochenkanal eng an, die Infektionsgefahr und damit auch die Nekrose sind dadurch ganz erheblich vermindert.

Geringfügige Sekretion der Durchbohrungsstellen bedeutet strengste Indikation zur Entfernung des Nagels oder Drahtes. Nichts bringt das Knochengewebe rascher und umfangreicher zum Schwinden als dauernder Druck verbunden mit Infektion.

Die primäre, eingeschleppte Infektion findet in dem durch das Trauma geschädigten Gewebe die besten Bedingungen; auch die in den ersten Tagen nach der Durchbohrung eingedrungenen virulenten Keime bedeuten das verhängnisvollste Ereignis. Die Infektion beschränkt sich nicht nur auf die Nagelstelle, sondern es entsteht die fortschreitende Markphlegmone, da der knöcherne Schutzwall, der die Markhöhle wenigstens teilweise abschließt, erst nach 10—12 Tagen entsteht.

Die sekundäre Infektion, während der Dauer des Zugverbandes, ist von allen Infektionsmöglichkeiten am häufigsten. Steinmann gab an, den Nagel nicht durch die Markhöhle zu führen und damit der Gefahr, daß Erreger in sie eindringen, vorzubeugen. Diese Maßnahme hat aber nur bedingten Wert, denn das weite Maschenwerk der Spongiosa kann ein Vordringen der Erreger und Entzündung nicht aufhalten, umsomehr, da man andererseits durch die geringe Druckaufnahmefläche, da der Nagel nicht durch die größte Dicke des Knochens gelegt ist, die Gefahr einer Knochenatrophie bezw. Schädigung des Knochengewebes riskiert. Man ist von dieser Steinmannschen Vorschrift auch allgemein abgewichen und legt Nagel und Draht durch die größte Dicke des Knochens, also auch durch die Markhöhle.

Die Steinmannsche Forderung, das Frakturhämatom zu vermeiden, gilt sowohl für den Nagel als auch für den Draht,

da man hier auf geschädigtes Gewebe stößt, welches der geringsten Infektion widerstandslos anheimfällt. Steinmann selbst bezeichnet die Gefahr der Infektion der Nagelstelle mit davon ausgehender Markphlegmone als den „schwarzen Punkt" seiner Extensionsmethoden.

Viele Mißerfolge beider Methoden sind im Laufe der letzten Jahre veröffentlicht worden, dennoch läßt sich über die tatsächlichen Zwischenfälle kein genauer Überblick gewinnen, da zuviele Fälle nicht veröffentlicht sind und doch sicherlich auch vorkommende Nebenverletzungen von Gefäßen oder Nerven in der Literatur nicht veröffentlicht wurden.

Anschütz berichtet über Infektion nach Anlegung von Nagelextensionen.

Schwarz sah, daß durch die Nagelextension bei einem Oberschenkelbruch eine tödliche Infektion auftrat. Der Nagel wurde bei diesem Falle nicht allein durch das Frakturhämatom, sondern sogar in das Gebiet der Fraktur selbst eingetrieben. Dazu ist diese Fraktur durch eine Incision bis auf den Knochen zu einer komplizierten gemacht worden. Bei der Autopsie dieses Falles konnte festgestellt werden, daß sich trotz der von der Frakturstelle aus bis zur Bauchhöhle erstreckenden Phlegmone keine Vereiterung oder Entzündung des Knochenmarks auftrat.

Körber berichtet über 70 Fälle von Nagelextension. 33 mal stellte er einen glatten Verlauf mit Schließung des Nagellumens nach 8—14 Tagen fest. 10 mal beobachtete er Sekretion der Nagelstellen und Schließen des Nagelkanals nach spätestens 41 Tagen. 9 mal trat eine wirkliche Eiterung auf und eine Schließung des Lumens kam erst nach 30—182 Tg. zustande. 3 mal sah Körber bestehende Fistelung, 9, 10, 11 Monate lang. 1 mal stellte er ein Übergreifen eines unabhängig von der Nagelstelle bestehenden Erysipels auf die Nagelstelle fest.

Lauenstein veröffentlicht 34 Fälle, von welchen nur 10 ohne jede Fistelung geheilt sind.

Kümmel bekam anderwärts mit Nagelextension behandelte Frakturen wegen Fistelbildung in spätere Behandlung. Über die Zeitdauer der Nagelextension sind bei Körber, Lauenstein und Kümmel keine Angaben vorhanden.

In 2 von Michaelis veröffentlichten Fällen mit hartnäckiger

Fistelung, die nur durch Eröffnung des Knochens zum Heilen gebracht werden konnten, hat der behandelnde Arzt den Nagel länger als 6 Wochen liegen lassen.

Heinemann hat in 15 Fällen eine Infektion mit Vereiterung des Frakturhämatoms erlebt. Der Nagel wurde durch das Frakturhämatom gebohrt.

Steinman selbst erlebte im Anfang 2 Fälle mit Infektion. Bei dem ersten Falle beschränkte sie sich auf die Weichteile, nach Spaltung trat Besserung ein. Der 2. Fall, der fistelte, konnte nur durch die Aufmeißelung und Ausräumung zum Abheilen gebracht werden. Bei beiden Fällen lag der Nagel zu lange im Knochen. Im ersten Falle 5 Wochen und im 2. Falle 6 Wochen.

Waegner erlebte von 82 ausgeführten Nagelextensionen keinen Fall mit Infektion.

Auch Flinger, Jüngling, Hölzel und Kantak erlebten keine Infektion.

Baumberger berichtet von 100 Fällen mit ausgeführter Nagelextension. 65 von diesen verliefen glatt ohne Infektion; 25 zeigten einen glatten Verlauf mit nicht infektiöser Sekretion. Schluß der Wunden nach durchschnittlich 6 Tg. Baumberger kommt auf Grund mikroskopischer Untersuchungen dieser nicht infektiösen Sekretion zu der Überzeugung, daß es sich hier lediglich um eine Fremdkörperreaktion des Gewebes handelte. Wirkliche Eiterung sah er in 12 Fällen. Darunter sah er einen Fall mit Sequestrierung, der Sequester mußte entfernt werden. Eine 3 Monate lang dauernde Fistelung der Nagelstelle am unteren Tibiaende bei einer Malleolarfraktur. Nagelung wurde in diesem Falle durch das Frakturhämatom vorgenommen.

Wenn die Nagelstellen in der Nähe der Gelenkkapsel liegen, so kann bei einer Infektion das Gelenk mitergriffen werden. Immer wieder kommt es vor, daß bei einem nicht genügenden Abstand des Durchbohrungskanals vom Gelenk die Gelenkkapsel mit eröffnet wird. Gelenkempyem, Schlottergelenk, Versteifung und Amputation sind die Komplikationen. Leider begünstigt ein technischer Mangel der Nagel- und Drahtextension auch bei genügend entferntem Gelenkabstand der Nagelstellen die Eröffnung der Gelenkkapsel. Nagel und Draht weichen besonders bei harten Knochen von der beabsichtigten Richtung, die man ihnen beim Durchbohren geben wollte, ab. Dieser Mangel macht sich besonders bei der Drahtdurchbohrung bemerkbar, bei welcher mitunter das Gefühl verloren geht, wo man sich im Knochen

befindet. Man sucht dieser Gefahr der Richtungsänderung bei der Durchbohrung nun wirksam zu entgehen durch Führungsbügel, die Schoenacker und Borchardt empfehlen.

Auch ein gelenknaher Nagel kann, ohne daß es zur Infektion gekommen war, als Fremdkörper eine Alteration des Gelenks verursachen, wie die Mitteilungen von Anschütz und Baumberger bestätigen. Die von beiden Seiten in der Nähe eines Gelenkes eingetriebenen Nägel bieten, wenn sie stark belastet werden, eine erhöhte Gefahr des Abgleitens am Knochen und dringen mit ihren Spitzen dabei leicht in die Gelenkkapsel. Durch die vermehrte Druckbelastung des Knochens kann bei der harmlosesten Infektion ein rasches Wandern und damit Eröffnen des Gelenkes eintreten.

Die gleichen Nachteile haben die klammerartigen Schmerz'schen Apparate. So sah die Klinik Eiselsberg, an der die Schmerz'sche Klammer benützt wird, unter 1000 Fällen der Klammeranlegung in 2 Fällen ein Kniegelenksempyem. Einmal kam es im Anschluß daran zum Exitus letalis, bei dem andern Falle stellte sich Versteifung ein.

Fritz Lange hat im Kriege als fachärztlicher Beirat bei Lazarettbesuchen annähernd 20 Knieankylosen gesehen, die auf Lasten der Nagelextension gingen. Bei Schußbrüchen wurde die Nagelextension angewandt, der Nagel verursachte eine Vereiterung des Kniegelenkes und es entstand dadurch eine Ankylose.

Bürkle de la Camp veröffentlichte 1930 zwei Fälle von Kniegelenkseiterungen bei Femurfrakturen, welche auswärts durch direkte Knochenextension behandelt wurden und die die Lexer'sche Klinik zur Nachbehandlung aufsuchten.

Bei dem einen Kranken riß die mit 30 Pfund beschwerte Schmerz'sche Klammer einen Kortikalisspan aus der Vorderfläche des Oberschenkels heraus. Die Klammerspitzen eröffneten dabei die Gelenkkapsel und verursachten eine Eiterung des Kniegelenkes. Bei dem 2. Kranken wurde der Oberschenkelbruch mit dem Kirschner'schen Drahtzug behandelt. Der Draht war knapp und unterhalb des Gelenkspaltes durch die Kondylen der Tibia gelegt, verlief also noch innerhalb der Gelenkkapsel. Der innerhalb der Gelenkkapsel liegende Draht bildete die Eingangspforte für die Eitererreger.

Diese beiden Fälle weisen eindringlich darauf hin, unter allen Umständen die Gelenkkapselverletzung zu vermeiden. Bei der geringsten Sekretion der Durchbohrungsstellen muß sofort der Zug unterbrochen werden, da der Knochen in Gelenknähe weicher ist und der belastete Nagel oder Draht bei kleinster Infektion schnell und unaufhaltsam wandert.

Eine weitere Stelle, die bei der Durchbohrung des Knochens vermieden werden muß, ist die Epiphyse (Steinmann). Die Gefahr, durch Nagel oder Draht eine Schädigung der Wachstumszone zu verursachen, liegt nahe und konnte bei Kindern sich sehr verhängnisvoll auswirken.

Hartmann teilte 1921 auf der XII. Tagung der nordwestdeutschen Chirurgen in Lübeck seine Erfahrungen der Nagelextension bei unkomplizierten, frischen Oberschenkelbrüchen bei Kindern mit. Während der Jahre 1915—21 hatte er 22 mal den frischen, nicht komplizierten Oberschenkelbruch bei Kindern von 3—4 Jahren nach Steinmann behandelt. Die Nagelung wurde durch die Kondylen des Femur mit gewöhnlichen Drahtstiften vorgenommen, das Bein in Semiflexion gelagert und die Belastung schwankte zwischen 5—12 Pfund. Der Verlauf war durchwegs fieberfrei, Beschwerden traten nie auf; es wurden frühzeitig Streckübungen vorgenommen. Der Nagel wurde nach 3 Wochen regelmäßig entfernt, darauf wurde das Bein 2 Wochen in semiflektierter Zuppinger'scher Stellung gelagert; danach Entlassung. Bei der Nachuntersuchung ergab sich nun der Befund, daß das gebrochene Bein einmal 1 cm kürzer, 12 mal länger und zwar bis zu 2 cm war. Der Nagel muß die Knorpelfuge zu abnormem Längenwachstum gereizt haben.

Diesen Gefahren auszuweichen, welchen die Kinder bei dem direkten Knochenangriff ausgesetzt sind, veranlaßte Baum, eine neue Methode der periossalen Drahtextension um den Kalkaneus als Ersatz des Nagel- und Drahtzuges der unteren Extremitäten zu empfehlen. Mit einer gebogenen Nadel, die mit dickstem Aluminium-Bronzedraht armiert ist, sticht er in der Mitte zwischen Achillessehne und Tibialisgefäßen ein und führt somit den Draht um den Kalkaneus oben herum.

Diese Art der Drahtziehung hat den großen Vorteil, fern aller Wachstumslinien am Knochen anzugreifen und daher weder hemmend noch anregend auf diese empfindlichen Zonen des kindlichen Röhrenknochens einzuwirken.

Franz Koch berichtet über 3 Fälle von einseitigem Genu valgum, bei denen eine Epiphysenschädigung als Ursache der Deformität anzusehen war. Bei 3 Kindern im Alter von 2—7 Jahren mit Oberschenkelbrüchen wurde bei zweien eine Nagelung durch die Femurkondylen und bei dem dritten Kinde durch die Tibiakondylen vorgenommen. Einige Jahre später trat X-Bein auf, welches sich, trotz vorgenommener Osteotomie, von neuem bildete. Beine bleiben verkürzt, Knie in Valgusstellung. Das Eigenartigste daran ist, daß sich in allen drei Fällen ein Genu valgum gebildet hat. Im Röntgenbild sah man ein starkes Zurückbleiben der

lateralen Kondylen und eine Verknöcherung im lateralen Epiphysenabschnitt. Die medialen Kondylen springen deutlich hervor. An einem Zusammenhang zwischen der Nagelextension und der Wachstumstörung kann in diesen Fällen nicht gezweifelt werden.

Die Epiphysenlinien sind die Zentren des Längenwachstums des Knochens, sie sind in ihrer Funktion durch äußere Reize leicht zu beeinflußen. Die Reize können sowohl das Wachstum beschleunigen als auch hemmen. Das zeigten die Untersuchungen von Königswieser, Bidder, Vogt, denen es gelang, durch chemische, mechanische Reize, die sie von der Umgebung der Epiphyse auf die Epiphyse einwirken ließen, Wachstumstörungen zu setzen.

Auf Grund dieser Versuche wissen wir, daß auch der außerhalb der Epiphysenlinie liegende Nagel einen Reiz auf die Epiphyse ausübt. Der Reiz wird vermehrt, wenn das Verweilen der Klammer oder des Nagels nicht reaktionslos bleibt, eine Infektion des Durchbohrungskanals oder seiner Umgebung eintritt. Wie hochgradig dann Wachstumstörungen werden können, ist aus den Folgezuständen der Osteomyelitis bei Jugendlichen bekannt.

In den drei von Koch erwähnten Fällen ließ sich im Röntgenbild eine Verknöcherung der lateralen Teile der Epiphyse nachweisen, welche zur Folge hatte, daß sich das Längenwachstum nur an der Innenseite vollziehen konnte.

Für die distale Epiphyse des Femur scheint Koch folgende Ursache denkbar: die Epiphysenscheibenebene des Femur verläuft nicht parallel mit der Ebene des Kniegelenkspaltes, sondern bildet mit dieser einen Winkel. Wenn Nagel oder Draht nun parallel zur Ebene des Kniegelenks gelegt wird, so wäre es möglich, daß er lateral die Epiphysenscheibe schneidet, während er sie medial nicht berührt. Es ist ein unbedingt dringendes Erfordernis, bei der Nagel- und Drahtextension bei Kindern als Durchtrittsstellen niemals die schmale periphere Metaphyse zu wählen, sondern in genügend weitem Abstand von der Epiphyse durch den Schaft Draht oder Nagel zu bohren.

Weil der jugendliche Knochen so große Gefahren auf der einen Seite in sich birgt und weil auf der andern die Muskelspannung nicht so groß ist, ist es besser, bei noch erhaltener Epiphysenlinie die Nagel- und Drahtextension zu unterlassen.

Liest man derartige Berichte über die Schäden der Nagel- und Drahtextension bei Kindern, so erscheint es unverständlich, wie so allgemein Boeninghaus die Drahtextension bei Kindern emp-

fehlen kann, auch bei Frakturen wo man sonst zu guten Ergebnissen gelangt.

Auch von Seiten derjenigen, die unbedingt für das Verfahren eintreten, wird anerkannt, daß es doch unterschiedlich sei, ob Nagel oder Draht im weichen oder harten Knochen angreife.

Baumberger teilt mit, daß die Porosität des Knochens, möglicherweise auch die größere Weichheit und Feuchtigkeit des Knochens, vielleicht zur Infektion disponieren. Klappteile 1923 auf der 47. Tagung der „Deutschen Gesellschaft für Chirurgie" mit, daß der Kalkaneus des Kindes sich nicht für die Drahtextension eigne.

Hermann Koch berichtet von einem Versuche über das Verhalten des Drahtes in spongiösen Knochen bei jungen Kaninchen. Draht wurde ins Olekranon, entfernt von der Epiphysenfuge, gelegt und belastet. Der Draht wanderte nun zuerst langsam in der Richtung des Zuges auf die Epiphysenlinie zu, als er sie dann erreicht hatte, wechselte er plötzlich die Richtung. Er folgte nun dem geringsten Widerstand und wanderte der Epiphysenlinie entlang.

Block sah beim Menschen niemals einen wesentlichen Unterschied zwischen dem Verhalten der spongiösen und kompakten Knochenmasse. Bei Jugendlichen glaubt er eine Ausnahme machen zu müssen, denn er erlebte bei Kindern schon einige Male ein Einschneiden des Drahtes im Olekranon.

Fritz Lange nimmt an, daß der normale Knochen seine Festigkeit durch Inaktivitätsatrophie und Rachitis tarda einbüßen könne. Krankhafte Knochenveränderungen geben sicher für die direkten Knochenzüge eine Gegenindikation.

Auch während der Dauer der Extension erwachsen dem Verfahren, abgesehen von der ständigen Gefahr der sekundären Infektion, noch einige Nachteile.

Früher kam es, als man noch den vernickelten Steinmann-Nagel anwandte, öfter zu einem Abbiegen und Brechen des Nagels. Dabei wurden größtenteils Weichteilwunden verursacht und die Zugbehandlung mußte wegen der erhöhten Infektionsgefahr abgebrochen werden. Wurde nun der Nagelbruch nicht rechtzeitig erkannt und weiter belastet, so gestaltete sich die Weiterbehandlung für den Kranken sehr schmerzhaft. Nicht nur, daß die Haut schmerzte durch den herabbiegenden Nagel, auch Knochenhaut und Mark verursachten dadurch, daß sie plötzlich stark gequetscht wurden, Schmerzen.

Baumberger berichtet über 3 Fälle von Nagelbruch. Durch

den Nagelbruch wird der Knochenkanal nur mehr an den Ein- und Ausstichstellen belastet. Diese ganz erheblich verminderte Druckaufnahmefläche bringt natürlich eine große Gefahr der Druckatrophie und somit des Wanderns mit sich. Dadurch, daß man heute allgemein nichtrostenden Krupp'schen Stahl für Nagel- und Drahtextension verwendet, werden die Gefahren des Abbiegens und Brechens bedeutend vermindert.

Das seitliche Hin- und Hergleiten während des Zuges bedeutet eine erhebliche Infektionsgefahr. Besonders beim alten Klappschen Verfahren, wo ein dünnerer, doppelt gelegter Draht in dem bedeutend größeren Knochenkanal steckte, bildete dies ein erhebliches Gefahrenmoment. Die Stahlstifte saßen zwar dem Kanal fest und eng an, gegen Ende der Zugbehandlung lockerten sie sich aber in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle. Man schaffte dadurch etwas Abhilfe, daß man die Nagel- oder Drahtenden mit sterilen Gazetupfern oder Kork fest zwischen Bügel und Haut umwickelte.

Der Herzberg'sche Spannbügel, der es gestattete, den Draht fest und unverschieblich zu spannen, und vor allem die Kirschner'sche Apparatur schafften gegen diese Gefahrenquellen erfolgreiche Abhilfe.

Man war eine Zeitlang geneigt, dem Nagel- und Drahtzugverband eine größere Schmerzhaftigkeit zuzuschreiben, als dem Bardenheuer'schen Heftpflasterverband. Bei richtiger Behandlung dürfte dies aber nicht zutreffen. Die Schmerzen können erstens sofort zu Anfang der Belastung auftreten. Eine zu große Gewichtsbelastung bildet hier sicher die Ursache, welcher durch Verminderung der Gewichte leicht Abhilfe zu schaffen ist. Schmerzen, die während der Mitte und gegen das Ende der Extension auftreten, können auf 2 Ursachen bezogen werden. Wie oben schon erwähnt, auf einen Nagelbruch und zweitens sind sie gewöhnlich die Anzeichen einer beginnenden Infektion. Bringt die Gewichtsverminderung kein Nachlassen der Schmerzen, so muß man eine Infektion annehmen und die Abnagelung, bezw. die Entfernung des Drahtzuges muß sofort vorgenommen werden. Spätschmerzen, die nach Entfernung des Zuges auftreten, beziehen sich meistens auf das Wiederaufflackern einer scheinbar gut verheilten Fistel.

Bei der Nagelextension lockert sich gegen Ende der 3. Woche der Nagel.

Die Versuche von Pelissier zeigten, daß vom 21. Tage ab der Abbau der knöchernfibrösen oder knöchernen Scheide beginnt. Dadurch wird der Nagel im Knochenkanal leichter verschieblich. Für

das Eindringen von Bakterien bedeutet diese Auflockerung eine große Erleichterung. Aus diesen Untersuchungen ergibt sich also, wie nochmals darauf hingewiesen werden soll, die strickte Forderung, keinen Nagel länger als 3 Wochen liegen zu lassen.

Bei dem Drahtverfahren nach den neueren Methoden liegt diese frühzeitige Auflockerung des Drahtes nicht vor, denn Klapp berichtet, daß er bis zu 7 Monate lang reaktionslos belastet habe.

Bei der Herausnahme des Nagels muß das Ende, welches durch den Knochenkanal geführt wird, vorher durch Jodanstrich desinfiziert werden. Hierbei besteht eine große Gefahr, daß Keime in das Innere verschleppt werden. Bei dem Draht besteht diese Gefahr nicht, da er an dem zurückführenden Ende einfach am Knochen durchschnitten werden kann. Die Nagelstellen werden mit Jodtinktur bestrichen, mit Jodoformgaze bedeckt.

Daß trotz der Gefahren, die der direkte Knochenangriff bietet, die Dislokation letzten Endes auch durch Nagel- und Drahtzug nicht vollkommen beseitigt wird, zeigen die Untersuchungen von Rütz und Scheffler.

Linninger (nach Rütz) gibt als Durchschnitt bei 300 mit Extension behandelten Oberschenkelbrüchen eine Verkürzung von 3,12 cm an.

Scheffler errechnet bei 37 mit dem Ansinn'schen Apparat behandelten Patienten eine durchschnittliche Verkürzung von 1,1 cm; bei 61 mit Drahtextension und Mastisolzugverband eine Durchschnittsverkürzung von 0,98 cm.

Pitzen sah trotz wochenlanger Behandlung mit Nagelextension bei Oberschenkelbrüchen noch Verschiebungen ad longitudinem bis zu mehreren Zentimetern.

Mit der Erörterung eines nicht vollkommen befriedigenden Heilergebnisses kommen wir zu den

unangenehmen Spätfolgen,

die aus einem Zugverband entstehen können.

Als häufigster Erscheinung begegnen wir hier der langwierigen, über Monate sich erstreckenden, ständigen Eiterung aus dem Nagelkanal, der Fistelung. Als die häufigste Ursache wird das Einschlagen des Nagels angesehen.

Pelissier stellte fest, daß der mit dem Hammer eingeschlagene Nagel Spongiosabälkchen vom Knochen in die Knochenhöhle sprenge, durch welche das Mark zerstört werde.

Block hat in seinen Versuchen ein Verschleppen von Periost bis ins Mark nie beobachten können.

Katzenstein berichtet, daß bei der Steinmann-Nagelung manchmal das Periost bis ins Mark hineingetrieben wird und dort Knorpelbildung hervorruft. Katzenstein führt dies darauf zurück, daß dort, wo mechanisch Periost und Mark zusammengebracht werden, die knochenbildende Tätigkeit der Organe gestört werde. Er erklärt damit die mangelnde Heilungstendenz bei den zuweilen nach Nagelung auftretenden Fisteln, die nur nach Entfernung des Periostes aus dem Knochenmark zur Heilung gebracht werden können.

Bei der Drahtdurchbohrung ist die Gefahr der Knochensplitterung oder der Verschleppung des Periostes ins Mark viel kleiner. Die Fistelbildung im Anschluß an den Drahtzugverband wurde auch im Verhältnis zu der des Drahtzuges weit seltener beobachtet.

Eine andere, gar nicht so sehr seltene, Folge ist das Zurückbleiben eines Schlottergelenkes. Eine entzündliche Reizung mit Exsudation ins Gelenk kann die Ursache einer Kapsel- und Bänderüberdehnung abgeben. Aber auch ein verkehrter Angriffspunkt des Nagels kann rein mechanisch ein Schlottergelenk verschulden. Wird beispielsweise bei einer Fractura femoralis der Nagel oder Draht statt durch das periphere Femurende, durch den Tibiakopf gebohrt, so wird das Entstehen eines Schlottergelenkes sehr begünstigt. Von vielen Seiten wird dies allerdings bestritten; so meint Christen, daß die Angst vor Schlottergelenken in diesen Fällen ganz unbegründet ist, da die meisten Muskeln, schreibt Christen, des Oberschenkels erst am Tibiakopf inserieren. So ist der eigentliche rationelle Zug, welcher der Retraktion der Muskeln entgegenwirken soll, der, welcher am Tibiakopf angreift. In dieser erhöhten Wirksamkeit auf die Dehnbarkeit der Muskeln liegt aber die große Gefahr der Schädigung der Bänder des Gelenkes. Es kann zu Überdehnung der Muskulatur kommen, welche dann ihrerseits eine Gelenkbänderüberdehnung verursacht.

Nach Henschen ist jedes Schlottergelenk nach der Extension die Folge einer artifiziellen Muskelschädigung, eine durch überdosierten Gewichtszug bewirkte, bleibende Verlängerung der Muskeln. Wenn noch eine vorübergehende Überkorrektur der Dislokatio ad longitudinem verlangt wird, so geschieht dies nicht nur auf Kosten der Muskulatur bei der Tibiakopfdurchbohrung, sondern auch eine Bänderüberdehnung wird unbedingt verursacht. Schließlich kann eine andere Verschiebung als die der Länge beim Über-

springen eines Gelenkes durch den Längsbelastungszug nicht beseitigt werden. Es wurde eine Zeitlang der Einwand erhoben, daß durch Belastung eines Knochens oberhalb eines Gelenkes, durch das Aufeinanderpressen der Gelenkflächen, eine schwere Schädigung derselben eintrete. Die Schädigung bei flächenhaft aufwirkendem Druck ist auffallend gering; nur bei umschrieben wirkendem Druck entstehen Schäden.

Hermann Koch stellte in seinen Tierversuchen fest, daß bei einem distal vom Gelenk angreifenden Zug sich zwischen die weit auseinandergerissenen Gelenkflächen derbes Bindegewebe einlagert, welches eine schwere, funktionelle Schädigung verursacht.

Man muß von der Belastung unterhalb eines Gelenkes vollkommen abstehen, da sich dadurch ganz erhebliche Schäden einstellen.

Subluxationen, Luxationen und größere Möglichkeit einer frühzeitig auftretenden Arthritis deformans sind die weiteren Folgen eines Schlottergelenkes. Eine Muskelschädigung kann nach der Nagel- und Drahtextension zurückbleiben. Bei Nagel und Draht, welche durch das untere Ende der Tibia gebohrt wurden, konnte man eine Rekurvatusstellung des Knies später feststellen. Auch die heute so beliebte Extension durch den Calcaneus ist für das untere Sprunggelenk keineswegs bedeutungslos. Es können sich langwierige Reizzustände entwickeln und eine schon vorher bestehende Arthritis deformans im unteren Sprunggelenk kann, wie die Beobachtungen in der orthopädischen Klinik gezeigt haben, wesentlich verschlechtert werden.

Schließlich ist die Durchbohrung der Knochen noch von einer weiteren Gefahr, nämlich der einer

Nebenverletzung

bedroht. Eine Gefäßverletzung ist insofern weniger gefährlich, weil sie durch ihre heftige, arterielle oder venöse Blutung sofort zu erkennen ist. Der Schaden kann meistens behoben werden und ist von keinen Spätfolgen begleitet.

Anders wenn der Nagel oder Draht einen Nerven lädiert oder vollkommen zerrissen hat. Langwierige Nachbehandlung, welche in durchaus nicht allen Fällen letzten Endes von Erfolg begleitet ist, oder bleibende Lähmungen weisen dringend darauf hin, die Wahl

der Durchbohrungsstelle auch nach diesen Gesichtspunkten zu berücksichtigen.

Die 5 Fälle, die in den letzten Jahren mit schweren Folgeerscheinungen nach Nagel- und Drahtextension in der orthopädischen Klinik zur Beobachtung kamen, sind folgende:

Fall I:

32 jähriger Mann brach sich am ersten Weihnachtsfeiertag 1930 beim Skifahren den rechten Oberschenkel im mittleren Drittel des Schaftes. In einem auswärtigen Krankenhaus wurde er mit der Drahtextension behandelt. Beim Aufstehen wurde eine Peroneusschwäche bemerkt. Er suchte die orthopädische Klinik zur Nachbehandlung auf.

Bei der Aufnahme wurde folgender Befund erhoben:

Mittelgroßer, gesund aussehender Patient, in gutem Ernährungszustand. Die Klagen des Patienten beschränkten sich auf leichte Schmerzen im rechten Bein, welche sich bei Witterungswechsel verstärkten und auf starkes Hinken rechts. Patient hat den Gang eines Peroneusgelähmten. Leichtes Genu valgum rechts und pes plano valgus. Geschwächt waren der M. Extensor hallucis longus, Extensor digitorum, die Peronei und der M. tibialis anterior. Der Patient wurde mit dem galvanischen und faradischen Strom behandelt, massiert und bekam dorsale Schiene angefertigt.

Nach 6 wöchentlicher Behandlung kann Patient um 80° aktiv dorsalflektieren und 10° pronieren. Im November 1931 sind — wie bei einer Nachuntersuchung festgestellt werden konnte — alle Beschwerden beseitigt.

Beurteilung: der Draht wurde bei dem Patienten durch die Tibia gebohrt und kam beim Fibularköpfchen in unmittelbarer Nähe des Nervus peroneus communis zu liegen und verursachte eine vorübergehende Schädigung des Nerven.

Fall II:

Ende Mai 1930 stürzte ein 17 jähr. junger Mann von einer Schaukel und brach sich den linken Arm in der Nähe des Schultergelenkes. In einem Krankenhaus wurde der Arm 5 Wochen lang mit dem Nagelzug belastet. Bei Abnahme bemerkte der Patient eine Gefühlsstörung am 4. und 5. Finger der linken Hand und eine Einschränkung der Bewegungs-

fähigkeit dieser Finger beim Strecken. Beim Eintritt in die Klinik wurde festgestellt, daß die Bewegungen in allen Gelenken ausgeführt werden können. Der 4. und 5. Finger der linken Hand stehen gewöhnlich in einer Beugung von 120°. Ein aktiver Ausgleich ist nur bis zu 140° möglich. Der Nervus ulnaris findet sich in der Ellbogenrinne etwas verdickt und verhärtet. Die vom Ulnaris versorgten kleinen Handmuskeln sind fast völlig geschwunden, ihre Funktion ist aufgehoben, die Finger stehen in Krallenstellung.

Da Galvanisieren, Massage und die Anwendung einer Nachtschiene nicht den nötigen Erfolg haben, wird nach 2 monatl. konservativer Behandlung die Neurolyse ausgeführt. Dabei zeigte sich, daß der Ulnaris in der Gegend der Trochlea durch bindegewebige Narbenzüge in einer Länge von etwa 1 cm eingeschnürt war. Die Vernarbungen werden teils stumpf, teils mit dem Skalpell gelöst und das narbige Gewebe soweit als möglich excidiert. Patient muß fleißig Fingerübungen zuhause ausführen, die Hand wird langsam muskulöser, das Gefühl hat sich wesentlich gebessert. Nach einiger Zeit trat eine vollständige Wiederherstellung ein.

Beurteilung: eine Erklärung ist nicht einfach, eine direkte Schädigung des Nerven ist nicht wahrscheinlich. Vielmehr kann man annehmen, daß durch das verlängerte Liegen der Nagelextension bis zu 5 Wochen eine leichte sekundäre Infektion eintrat, die bei ihrer Ausheilung durch Vernarbung den Nervus ulnaris einschnürte.

Fall III:

4½ jähriges Mädchen brach sich beim Herabfallen von einem Bretterstoß im Jahre 1927 den rechten Oberschenkel dicht unterhalb des Trochanter. Es wurde in einem auswärtigen Krankenhaus 8 Wochen mit der Nagelextension behandelt. Das Kind wurde dann entlassen. Nach 3 Wochen rutschte das Mädchen daheim noch einmal aus und brach sich den rechten Oberschenkel erneut weiter unterhalb des ersten Bruches. Es wurde im gleichen Krankenhaus 3 Wochen mit Nagelextension behandelt, dann auf 3 Wochen Gipsverband angelegt, welcher wegen Dekubitus am Becken entfernt wurde. Zuhause sei dann aus der Nagelwunde viel Eiter herausgekommen. Seitdem kann es das rechte Knie nicht mehr recht beugen.

Bei der Klinikaufnahme wurde folgender Befund erhoben:

zartes Kind, sehr verstört und aufgeregt. Hüftbewegung ist passiv frei. Oberschenkel leicht nach vorne konvex verbogen, ist überall fest, kein Federn. Knie geschwollen, leicht gerötet, erhöhte Hautwärme über Gelenk, Klopf- und Stauchungsschmerz vorhanden, keine Fluktuation. Kniebeugekontraktur 155°. Wackeln im Beugesinn schmerzhaft. X-Bein 170°. In der Mitte der Femurcondylen Eindellungen mit gelblicher Borke darauf. Mädchen kann nicht gehen. Das Röntgenbild zeigt gut verheilte Oberschenkelfraktur, dicht unterhalb des Trochanter. Fraktur dicht oberhalb der Mitte des Oberschenkels zeigt reichliche Kallusbildung mit mäßiger Verschiebung ad axin, wodurch die nach vorne konvexe Verbiegung des Oberschenkels entsteht. Der Femuranteil des Kniegelenkes hat hökkerige Konturen. Dem Mädchen wurde ein Entlastungsapparat angefertigt. Vorsichtiges aktives und passives Kniebeugen. Nach 2-monatiger Behandlung kann das Kind Knie bis 180° strecken.

Beurteilung: eine sekundäre Infektion der Nagelstellen bildete hier mit größter Wahrscheinlichkeit die Ursache der Eiterung. Ob das Kniegelenk durch Fortleitung der Eiterung oder durch primäre Kapselöffnung mit nachfolgender sekundärer Infektion ergriffen wurde, läßt sich nicht feststellen.

Fall IV:

Am 19. August 1931 stürzte die 23 jährige Patientin in Magdeburg aus einem Fenster des 2. Stockes auf den gepflasterten Hof. Nach 8 Tagen wurde am linken Knie eine Nagelextension angebracht. 14 Wochen lag die Kranke im Streckverband. Danach trat Stichkanaleiterung auf und es entstand eine Knieversteifung. Bewegungsversuche, welche in Narkose vorgenommen wurden, seien gut gelungen. Nach 22 Wochen wurde die Kranke nachhause entlassen. Bei der Aufnahme in die orthopädische Klinik am 2. März 1932 wurde folgender Befund erhoben.

Beim Gehen verspürt die Kranke im linken Oberschenkel krampfartiges Ziehen, sie kann nicht gerade sitzen, da die linke Hüfte steif ist. Die Patientin vermag mit 2 Stöcken 1 Stunde lang zu gehen. Die Wirbelsäule ist im Bereich des 12. Brustwirbels 1. und 2. Lendenwirbels klopfempfindlich, Stauchungsschmerz ist nicht vorhanden.

Knie: Genua valga rechts größer als links.
Beugung: rechts frei, links bis 140°.
Streckung: rechts frei, links bis 175°.

2 Querfinger oberhalb der Kondylen sind 2 reizlose, teilweise mit der Unterlage verwachsene Narben.

Durch aktive und passive Bewegungsübungen des Knies und durch Massage wird eine Beugefähigkeit des linken Knies selbsttätig und fremdtätig bis zu 90^0 erreicht.

Beurteilung: durch das Liegen des Nagels bis zu 14 Wochen ist es zur sekundären Infektion des Knochenkanals gekommen, welche auf das Kniegelenk übertrat. Beachtlich an diesem Fall ist, daß die Infektion erst nach 14 wöchentlichem Liegen im Nagelzugverband eintrat.

Fall V:

35 jähriger Mann stürzte von der obersten Sprosse einer 2 m langen Leiter. Nach dem Falle konnte er nicht mehr aufstehen. Er wurde in ein auswärtiges Krankenhaus sofort eingeliefert. Nach Anlegung einer Schiene um das gebrochene linke Bein wurde er nach München, am 12. September 1929, in die orthopädische Klinik transportiert:

Folgender Befund wurde erhoben:

Es handelt sich um linksseitigen, sehr schweren Bruch beider Unterschenkelknochen, welcher bis in das Knie hineinreicht. Knie und Unterschenkel sind stark geschwollen. An der Innenseite von Knie und Unterschenkel befinden sich 1—4 cm große, mit hellgelber Flüssigkeit gefüllte, Blasen. Motilität von Fuß und Zehen erhalten, auch leises Tasten wird überall wahrgenommen, doch sei im ganzen Unterschenkel und Fuß ein eigenartiges pelziges Gefühl.

Das Röntgenbild zeigt einen Bruch von Tibia und Fibula, welcher ins Kniegelenk hineinragt.

Da zu dieser Zeit der Orthopäden-Kongreß in München tagte, wurde der Fall von einem Vertreter der Klammerextension behandelt. Am 19. September 1929 wird die Einrichtung des Bruches in Narkose vorgenommen, oberhalb der Knöchel wird die Klammer angelegt.

Das Röntgenbild zeigt, daß die Kontinuität des Tibiakondylus wunderschön hergestellt ist.

Ein ungepolsterter Gipsverband wird angelegt.

Leider war der Heilverlauf nicht ungestört. Am 26. 9. 1929 klagt Patient über Schmerzen im Fuß, schläft schlecht und zeigt

erhöhte Temperaturen. Aus der medialen Nagelstelle läuft Eiter. Knöchelklammer wird sofort abgenommen.

Am 28. 9. 29 bei erhöhter Temperatur 39,2 Eröffnung der Tibia an der Nagelstelle medial über dem Knöchel.

Spülung und Drainage des obersten Sprunggelenkes.

Im weiteren Verlauf lassen Schmerzen nach und fällt die Temperatur. Mäßige Wundsekretion aus beiden Nagelstellen bleibt noch wochenlang bestehen.

Am 5. 4. 1930 wurde als Entlassungsbefund erhoben, daß das linke Knie in vollständiger Streckstellung steht bei gleichzeitiger leichter X-Beinstellung von 165°. Das linke obere Sprunggelenk ist knöchern versteift in Mittelstellung und in der zum Tragen des Schuhes notwendigen Spitzfußstellung. Auf der Innenseite, dicht oberhalb vom inneren Knöchel, findet sich eine 2 cm lange, eingezogene, strichförmige Narbe. In ihrer Mitte besteht eine Fistelöffnung, aus der sich alle 2 Tage etliche Tropfen Eiter absondern. Das Bein ist links $^1/_2$ cm verkürzt. Die innere Fistel schloß sich im Dezember 1930.

Beurteilung: Wenn man sich die Frage vorlegt, wodurch es in einer Klinik bei einwandfreier Asepsis zu einer so schweren Eiterung nach der Klammerextension gekommen ist, so ist folgendes denkbar:

Zur Zeit als die Klammerextension angelegt wurde, befanden sich am Unterschenkel, aber in beträchtlicher Entfernung von der Anlage der Klammerextension, noch nicht verheilte Hautwunden.

Von diesen Wunden aus dürfte es zur sekundären Infektion gekommen sein. Die Schwere der Infektion läßt sich nach den experimentellen Untersuchungen von Hermann Koch so verständlich erklären, daß die Infektion zu einer Zeit stattfand, in welcher die Abwehrvorgänge, die der Knochen gegen eindringende Keime entgegensetzt, noch nicht beendet waren. Es hatte sich noch nicht die schützende knöchernfibröse Scheide als Schutzwall um die Klammerspitzen gebildet.

Diese Fälle beweisen, daß die Gefahren, denen der praktische Arzt bei der Anwendung von Nagel- oder Drahtzug begegnet, sehr groß sind. Nicht allein die Technik des Verfahrens, auch die ständige Beobachtung und Kontrolle, insbesondere die Röntgenkontrollaufnahmen, setzen dem Prak-

tiker Hindernisse, die er nicht so leicht beseitigen kann und die eine große Anzahl von Gefahrenmomenten in sich bergen.

Keineswegs darf und kann die Methode des Nagel- und Drahtzuges dem Landarzt für die Praxis empfohlen werden.

Im Gegenteil, die Verantwortung, welche der Arzt auf sich nimmt, der außerhalb von gut eingerichteten Krankenhäusern eines der beiden Verfahren ausübt, ist groß. In den Fällen, wo auch der praktische Arzt eine Fraktur nur durch eine Extensionsbehandlung zur Heilung führen kann, sei auf den Gipszinkleimextensionsverband nach Pitzen hingewiesen. Bei der Zinkleimextension greift der Zug im wesentlichen genau wie bei der Nagelextension an den Kondylen an und nur in einem engeren Grade an der Haut.

Einen weiteren Vorteil bietet das Verfahren dadurch, daß der Zinkleimverband bis zu 8 Wochen liegen bleiben kann, ohne daß es dabei zu einem Dekubitus käme.

Der kleine Anteil von Knochenbrüchen, der nur durch eine Nagel- oder Drahtextension zu einem guten anatomischen und funktionellen Ergebnis gebracht werden kann, muß der Behandlung in Kliniken vorbehalten bleiben.

Schlußergebnis.

Das Verfahren der Nagel- und Drahtextension kann nicht allgemein, wegen der Gefahren denen man bei der Anwendung begegnet, als das Mittel der Wahl bei Brüchen angesehen werden. Die Anlegung von Nagel oder Draht erfordert eine genaue Kenntnis der Technik, sowie der Wirkungsweise des Zuges. Weiterhin muß die Möglichkeit der dauernden Beobachtung des Heilverlaufes gefordert werden. Die Dauer des direkten Zugverbandes ist beschränkt und darf besonders beim Nagel nicht überschritten werden. Die Dauer des direkten Zugverbandes ist beschränkt und darf besonders beim Nagel nicht überschritten werden. Drei wichtigen Gefahrenquellen begegnet man bei der Ausübung des Verfahrens der Nagel- und Drahtextension. Erstens die größte und bei weitem häufigste Gefahr der Infektion. Zweitens die ungeeignete Durchbohrungsstelle mit den daraus sich ergebenden Folgen, wie der Wachstumsschädigung des Knochens, der Eröffnung des Gelenkes, der Entstehung eines Schlottergelenkes. Als drittgrößte Gefahr tritt die Verursachung einer Nebenverletzung in Erscheinung. Diese Schäden zeigten auch die in der orthopädischen Klinik beobachteten Fälle, in welche ich durch die freundliche Überlassung der Krankheitsbe-

richte durch den Vorstand der orthopädischen Klinik München, Herrn Geheimrat Professor Dr. Fritz Lange, Einblick gewinnen konnte.

Für die Überlassung und die vielen Anregungen zu dem vorstehenden Thema, der Durchsicht der Arbeit, sowie der Übernahme des Referates, erlaube ich mir, Herrn Privatdozent Dr. Max Lange ergebenst zu danken.

Literatur.

1. Willi Anschütz: Erfahrungen mit der Nagelextension. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie 1909, Bd. 101, S. 429.
2. W. Baum: Über die Behandlung kindlicher Oberschenkelbrüche mit Drahtextension. Zentralblatt f. Chirurgie 1924, Nr. 5, S. 189.
3. Dr. Baumberger: Über Steinmannsche Nagelextension. Archiv für Orthopädie und Unfall 1920, Bd. 18, S. 150.
4. Becker: Extension am querdurchbohrten Knochen. Zentralblatt für Chirurgie 1908, Nr. 48.
5. — Zur Extension am querdurchbohrten Knochen. Zentralblatt für Chir. 1909, Nr. 19.
6. Beugen: Zur operativen Behandlung des Hackenhohlfußes. Verhandlungen der orthopädischen Gesellschaft 1931.
7. Werner Block: Das Verhalten nach Bohren und Nageln und bei der Drahtextension. Archiv für klin. Chir. 1925, B. 137, 2, S. 315; B. 139. 2/3, S. 662.
8. Lorenz Böhler: Die Technik der Knochenbehandlung. Verlag von Wilhelm Mandrich, Wien 1929.
9. M. Borchardt: Unsere Instrumente zur Drahtnaht und Drahtextension. Der Chirurg, 1931, 3. Jahrgang, 10. Heft.
10. H. Bürkle de la Camp: Achtung bei Klammer- und Drahtzugverband. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, 1930, Bd. 223, H. 1—6, S. 178.
11. Christen: Diskussion. Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte 1909, Nr. 17. 610.
12. — Frakturenbehandlung nach Steinmann und Zuppinger. M. med. W. 1909, Nr. 48.
13. — Zur Extensionsbehandlung der Oberarmbrüche. M. med. W. 1913, Jahrg. 60, Nr. 28, S. 1545—47.
14. Codivilla: Über Nagelextension. Zeitschrift für orthop. Chir. 1910, Bd. 27, S. 404.
15. Demel: Operative Frakturenbehandlung, Wien 1926.
16. A. Frhr. v. Eiselsberg: Zur Therapie der Verkürzung nach Unterschenkelfrakturen. Wiener kl. Wochenschr. 1893, Nr. 14.
17. — Umfrage v. Prof. Klapp über die Behandlung v. Knochenbrüchen mit dem Drahtextensionsverfahren, 1930, med. Klinik, Nr. 16.
18. Flinger: Diskussion. Vereinig. nordwestd. Chirurgen. Zeitschrift für Chir. 1912, Nr. 11, S. 358.
19. Graser-Erlangen: Die Kalkaneuszange nach v. Heinecke, ein Vorläufer der Nagelextension zur Behandlung von Knochenbrüchen. M. med. W. 1910, Nr. 13.
20. Gulecke: Umfrage v. Prof. Klapp. Med. Klinik 1930, Nr. 16.

21. Prof. Hackenbruch: Zur ambulanten Behandlung von Knochenbrüchen mittels Distraktionsklammern. M. M. W. 1912, S. 1487.
22. Hartmann: Die Nagelextension der unkomplizierten, frischen Oberschenkelfraktur bei Kindern. Zeitschr. für Chir. 1921, Nr. 40, S. 1472.
23. — XII. Tagung der nordwestd. Chir. in Lübeck. Zeitschrift für Chir. 1921.
24. Heinemann: Beitrag zur Frakturenbehandlung durch Nagelextension. D. Z. für Chir. 108.
25. Helferich: Atlas und Grundriß der traumatischen Frakturen und Luxationen, München, Verlag Lehmann.
26. Henschen: Zur Theorie und Praxis der Extensionsbehandlg. der Ober- und Unterschenkelbrüche (Extension in Entspannungslage). Archiv für Orthopädie, Mechanotherapie und Unfallchir. 1909, Bd. 7, S. 309.
27. — Die Extensionsbehandlung der Ober- und Unterschenkelbrüche auf physiologischer und anatomischer Grundlage. Beitrag zur klin. Chir. 57. Heft 3. 616. 1908.
28. Hoffheinz: Der Hebeltraktionsapparat von Lambotte in der Frakturenbehandlung. Der Chirurg 2, 1930, 6. Heft, S. 250.
29. — Neuzeitliche Erfahrungen auf dem Gebiete der Frakturenbehandlung. Zentralblatt f. Chir. 1931, Jahrg. 58, Nr. 11.
30. Hölzel: Über Steinmannsche Nagelextension bei frischen und veralteten Frakturen. Diss. Univ. Leipzig 1913.
31. Jüngling: Zur Nagelextension bei Frakturen im Bereiche der unteren Extremitäten. Med. naturwissenschaftl. Verein Tübingen, Sitzung 19. Mai 1913. M. m. W. 1913, Nr. 31, S. 1748.
32. N. Kaefer: Zur Behandlung der Verkürzung bei Unterschenkelbrüchen. Zentralblatt f. Chir. 1901, Nr. 1.
33. Kantak: Erfahrungen über die Nagelextension. Dissertation Universität Königsberg in Preußen. Beitrag zur klin. Chir. 88, Heft 2, S. 380—402.
34. Katzenstein: Periost und Knochenmark. Deutsche med. Wochenschrift 1924, Nr. 16, S. 525.
35. Prof. Kirschner: Verbesserungen der Drahtextension. Arch. f. klin. Chir. 1927, Bd. 148, S. 651. Kongreßbericht.
36. — Umfrage von Prof. Klapp. Med. Klinik 1930, Nr. 16.
37. Prof. Klapp: Der jetzige Stand der Drahtextension. 47. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Chir. Arch. f. Chir. 1923, Bd. 126, S. 93.
38. — Der jetzige Stand der Drahtextension. Der Chirurg 1930, 2. Jahrg. Heft 4.
39. — Umfrage über die Behandlung v. Knochenbrüchen mit dem Drahtextensionsverfahren. Med. Klinik 1930, Nr. 16.
40. Hermann Koch: Experimentelles zur Nagel- und Drahtextension. Deutsche Zeitschr. f. Chir. 1925, Bd. 190, Heft 3—6, S. 333.
41. Franz Koch: Epiphysenschädigung bei Nagelextension im kindl. Alter. Z. für orth. Chir. Bd. 52.

42. Königswieser: Orthopädenkongreß 1925.
43. Körber: Über Erfahrungen mit der Nagelextension nach Steinmann. Vortrag im Hamburger Ärzteverein. Aus dem allgemeinen städt. Krankenhaus St. Georg und dem Hafenkrankenhaus in Hamburg. M. m. W. 1911, Nr. 40.
44. Kümmel: Diskussion. Vereinigte nordwestd. Chir. Zentralblatt für Chir. 1912.
45. Lambret (Lille): L'embrochure des os dans les fractures des membres inférieurs. La Presse Médicale 1911, Nr. 52, S. 545.
46. — Appareil pour la réduction et la contention des fractures. Rapport de Broca. Bull. Soc. Chir. 20 Juillet 1901.
47. Fritz Lange: Die Behandlung der Knochenbrüche durch den praktischen Arzt. Lehmanns Verlag, München 1926.
47a. - Die Orthopädie im Jahre 1929, M. M. Wochenschr. Nr. 35, S. 1492, J. 1930.
47b. Max Lange: Der Kruppstahldraht als Knochennahtmaterial. Zeitschrift für orthopäd. Chirurgie 47. 346.
47c. — Die Naht und das Nahtmaterial in der Orthopädie. Enke, Stuttgart 1929.
48. Lauenstein: Diskussion Hamburger Ärzte Korresp. 1911, Nr. 18.
49. — Diskussion, Vereinigung nordwestd. Chir. Zentralblatt für Chir. 1912.
50. Erich Lexer: Allgemeines zur Behandlung v. Knochenbrüchen. M. m. W. 1923, S. 1024—26.
51. — 15. Tagung der Vereinigung bayr. Ärzte. Deutsches Zentralblatt für Chir. 1930, 225, 289.
52. — Umfrage von Prof. Klapp. Med. Klinik 1930, Nr. 16.
53. Lorinser: Behandlung eines Oberschenkelbruches mit Extension. Wiener med. W. 1848.
54. ?
55. H. Matti: Die Knochenbrüche und ihre Behandlung. Verlag von Julius Springer, Berlin 1931.
56. Meindl: Erfahrungen mit der Schmerzklammer. Arch. f. orth. und Unfallchir. Bd. 22.
57. Michaelis: Zwei Fälle von schwerer Knochenschädigung bei Anwendung der Nagelextension n. Steinmann. M. m. W. 1912, Nr. 21.
58. Walter Müller: Zur Technik der Drahtextension v. Frakturen. Zentralbl. f. Chir. 1931, Nr. 24. 213, 214.
59. Nordmann: Umfrage von Prof. Klapp. Med. Klinik 1930, Nr. 16.
60. Pelissier (Lille): Du traitement des fractures obliques par l'appareil de Lambert. Imprimerie G. Dubas & Cie., 8 Grande Place Lille, 1912.
61. Pitzen: Einfache Verfahren zur unblutigen Gradstellung von schecht stehenden Frakturen und Osteotomien. M. m. W. 1929, Nr. 37, S. 1551, Nr. 38, S. 1599.

62. Reiner: Über die unblutige, operative Epiphyseolyse. Orthopädenkongreß 1903.
63. Riedinger: Über Veränderungen an Kaninchenextremitäten nach Durchschneidung des Intermediärknorpels. Orthopädenkongreß 1908.
64. Rütz: Beitrag zur Frakturenbehandlung unter besonderer Berücksichtigung der Rentenbegutachtung. D. Zeitschr. f. Chir. 1929, 216, 305.
65. H. Scheffler: Beobachtungen und Ergebnisse bei einer 5 jähr. Frakturenbehandlung, Berlin 1927.
66. Dr. Leop. Schönbauer: Konservative Frakturenbehandlung, nach den Erfahrungen der Klinik Eiselsberg in Wien. Verlag v. Julius Springer, Wien 1928.
67. Schwarz: Zur Nagelextensionsbehandlung der Oberschenkelbrüche. Med. Klinik 1909, Nr. 24, S. 885.
68. R. Sommer: Steimannnagel oder Drahtextension. Zentralbl. f. Chir. und Arch. für klin. Chir. 1923, Nr. 14 und 139.
69. — Umfrage von Prof. Klapp. Med. Klinik 1930, Nr. 16.
70. Fr. Steinmann: Die Nagelextension. Ergebnisse der Chir. u. Orthop. 1916, Bd. 9, S. 520.
71. Triepel: Physikalische Anatomie, Wiesbaden 1902, I. Teil.
72. K. Waegner: Die Oberschenkelfraktur und deren Behandlungsmethoden vom Standpunkt der Unfallmedizin. Vortrag geh. am III. internat. med. Unfallkongreß zu Düsseldorf 1912. Druck v. Schwaim, Düsseldorf.
73. Ed. Weber: Artikel, Muskelbewegung im Handwörterbuch d. Physiol., herausgegeb. v. R. Wagner, Bd. III, Abt. 2, 1846, S. 109.
74. G. Wertheim: Mémoire sur l'élasticité et la cohesion des principaux tissus du corps humain. Annales de Chemie et Physique. Série. T. 21. 1847, p. 385—414.
75. Wilms: Überkorrektur bei Nagelextension (Steinmann). D. Z. f. Chir. 1908, 92, S. 260.
76. — Extension am querdurchnagelten Knochen. Z. f. Chir. 1909, Nr. 3, 79.
77. — Verhandlungen d. Chir. Kongresses 1909.
78. Zierold: Knochenreaktion auf versch. Metalle, Arch. of surg. 9, Nr. 2, 1924.
79. Zuppinger: Die Muskelentspannung bei d. Permanentext. der Ober- und Unterschenkelfrakturen. Beitr. z. klin. Chir. 1909, 64, Nr. 3, 567.

Lebenslauf.

Der Verfasser dieser Arbeit, Medizinalpraktikant Heinrich Bexen, wohnhaft in Fürstenfeldbruck, ist in Metz, am 19. April 1906, geboren; er besuchte daselbst die Oberrealschule bis zur Ausweisung seiner Eltern aus Elsaß-Lothringen im Jahre 1919. Nach kurz dauerndem Schulbesuch in Marburg a. d. Lahn, Frankfurt a. M. kam der Verfasser nach München und legte dort an der Rupprecht-Oberrealschule die Reifeprüfung ab. Er wandte sich dann auf der Universität München dem Studium der Medizin und Zahnmedizin zu.

In München legte er die zahnärztliche und ärztliche Vorprüfung ab. Im Frühjahr dieses Jahres unterzog er sich der medizinischen Hauptprüfung in München.